
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2014/2015 Academic Session

June 2015

EBS 323/3 – Pyrometallurgy [Pirometalurgi]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains TEN printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEPULUH muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of SEVEN questions.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]

Instruction: Answer FIVE questions. If a candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab LIMA soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

In the event of any discrepancies in the examination questions, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]

1. [a] Discuss the major reactions involved with the indirect reaction inside an iron blast furnace.

Bincangkan tindak balas utama yang terlibat dengan tindak balas tidak langsung dalam besi relau bagas.

(50 marks/markah)

- [b] If the blast furnace operator wants to maintain the ratio of CO/CO_2 to be 1.5:1, ignoring the amount of CO_2 added by the decomposition of CaCO_3 , calculate,

- (i) The weight of carbon required per ton of iron reduced.
- (ii) The volume of air required per ton of iron reduced.

Given: atomic weights of Fe = 56, O = 16, C = 12

Sekiranya pengendali relau bagas ingin mengekalkan nisbah CO/CO_2 menjadi 1.5:1, dengan mengabaikan jumlah CO_2 yang ditambah oleh penguraian CaCO_3 , kirakan:

- (i) *Berat karbon yang diperlukan per tan besi yang diturunkan.*
- (ii) *Isipadu udara yang diperlukan per tan besi yang diturunkan.*

Diberi berat atom Fe = 56, O = 16, C = 12

(50 marks/markah)

2. Answer in brief the following (any 4 out of the total 5 questions):

Pilih dan jawab secara ringkas mana-mana empat daripada soalan berikut:

- [a] Explain the Whitman two film theory?

Terangkan teori dua filem Whitman?

(25 marks/markah)

- [b] Describe the key features from Midrex process?

Apakah ciri-ciri utama proses Midrex?

(25 marks/markah)

- [c] With the help of the Ellingham's diagram, discuss the possibilities of getting Al, Cu, and Mg in the hot metal assuming that the charge contains Al_2O_3 , CuO , and MgO .

Dengan bantuan gambarajah Ellingham, bincangkan kebolehan dalam mendapatkan Al, Cu dan Mg dalam logam panas dengan menganggap ia mengandungi Al_2O_3 , CuO , dan MgO .

(25 marks/markah)

- [d] Interpret the phosphate capacity of slag and its use in steel making.

Tafsirkan kapasiti fosfat jermang dan kegunaannya dalam pembuatan keluli.

(25 marks/markah)

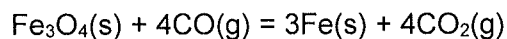
- [e] Henry's Law and indicate its usefulness in steel making.

Hukum Henry dan tunjukkan kegunaannya dalam pembuatan aloi.

(25 marks/markah)

3. The following equilibrium data have been determined for the reaction between magnetite and carbon monoxide:

Persamaan berikut adalah ditentukan bagi tindak balas magnetite dengan karbon monoksida:



| | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|
| T(°C) | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 |
| Log (K) | 1.23 | 0.61 | 0.33 | 0.21 | 0.15 |

- [a] Calculate ΔH° , K , and ΔG° at 1300K by using a graphical plot.

Kirakan ΔH° , K , dan ΔG° pada suhu 1300K dengan menggunakan gambarajah plot.

(40 marks/markah)

- [b] Explain the process selection for vacuum degassing of molten steel.

Terangkan proses penyahgas vakum untuk besi lebur.

(30 marks/markah)

- [c] Illustrate N_2 gas interaction with steel in a Bessemer and Thomas converter.

Jelaskan interaksi gas N_2 dengan besi lebur di dalam penukar Bessemer dan Thomas

(30 marks/markah)

4. [a] One blast furnace of working volume 3000 m^3 produces 150 tons of hot metal per hour. The average hot metal composition is: (Fe = 97 %, C = 2.0 %, Si = 0.5 %, Mn = 0.5 %). The furnace uses hematite ore ($\text{Fe}_2\text{O}_3 = 93 \%$, $\text{SiO}_2 = 5\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 1\%$, $\text{MnO} = 1\%$), flux ($\text{CaCO}_3 = 95\%$, $\text{SiO}_2 = 5\%$), coke (C = 90%, $\text{SiO}_2 = 8\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 2\%$). Analyze the data given and answer the questions below;

Assume:

- (i) All the iron ore charged gets reduced by carbon.
- (ii) Ore, coke, and flux are moisture free.
- (iii) The final slag contains 65% CaO
- (iv) Coke rate = 700 kg/thm
- (v) Atomic weights given : Fe = 56, Si = 28, Ca = 40, Mn = 55, C = 12, O = 16

Satu relau bagas dengan isipadu kerja 3000 m^3 menghasilkan 150 tan logam panas per jam. Komposisi purata logam panas adalah (Fe = 97%, C = 2.0%, Si = 0.5%, Mn = 0.5%). Relau ini menggunakan bijih hematite ($\text{Fe}_2\text{O}_3 = 93\%$, $\text{SiO}_2 = 5\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 1\%$, $\text{MnO} = 1\%$), flux ($\text{CaCO}_3 = 95\%$, $\text{SiO}_2 = 5\%$), arang (C = 90%, $\text{SiO}_2 = 8\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 2\%$). Analisa data yang diberikan dan jawab soalan di bawah

Anggapkan:

- (i) Semua bijih besi yang dimasukkan diturunkan oleh karbon.
- (ii) Bijih, arang batu dan flux adalah bebas kelembapan.
- (iii) Kandungan akhir jermang mengandungi 65% CaO.
- (iv) Kadar arang batu = 700kg/thm.
- (v) Berat atom diberi: Fe = 56, Si = 28, Ca = 40, Mn = 55, C = 12, O = 16

Calculate:

Kirakan:

- (i) Amount of iron ore used in tons per day.

Jumlah bijih besi yang digunakan dalam tan/hari.

(15 marks/markah)

- (ii) Basicity (CaO/SiO_2) of the final slag.

Kebesan (CaO/SiO_2) jermang akhir.

(15 marks/markah)

- (iii) Percentage of the total SiO_2 reduced inside the furnace.

Peratusan jumlah SiO_2 diturunkan dalam relau.

(15 marks/markah)

- (iv) Productivity of the furnace (in t/d/m^3).

Pengeluaran relau (in/ t/d/m^3).

(15 marks/markah)

- [b] A comparison among the top, bottom and combined blowing process in steel making in terms of their kinetics, gas content in product, Fe content in slag, and metallic yield.

Perbandingan di antara tiupan atas, tiupan tengah dan gabungan tiupan dalam pembuatan keluli dari segi kinetik, kandungan gas dalam hasil pengeluaran, kandungan Fe dalam jermang dan hasil berlogam.

(40 marks/markah)

5. [a] A large number of metals are commercially produced from ore that contains oxide mineral, sulphide mineral and halides mineral. List two example of non-ferrous metal for each category and name the process involved.

Sebilangan besar logam yang terhasil secara komersil terdiri daripada bijih yang mengandungi mineral oksida, mineral sulfida dan mineral halida. Senaraikan dua contoh logam bukan ferus untuk setiap kategori dan namakan proses yang terlibat.

(20 marks/markah)

- [b] In the Bayer process, high purity alumina (required subsequent electrolysis) is extracted from bauxite. With the aid of a flowchart, list the various steps in Bayer process and describe the step briefly. Include the reaction equations where possible and give two factors affecting the efficiency of the Bayer process.

Dalam proses Bayer, alumina yang berketulenan tinggi (elektrolisis diperlukan) diekstrak daripada bauksit. Dengan bantuan carta alir, senaraikan langkah-langkah dalam proses Bayer dan terangkan secara ringkas setiap langkah-langkah tersebut. Sertakan persamaan tindak balas di mana mungkin dan berikan dua faktor yang memberi kesan kepada kecekapan proses Bayer itu.

(40 marks/markah)

- [c] Hall-Heroult process is based on the electrolytic decomposition of alumina dissolved in a liquid bath of cryolite. With the aid of sketch, explain adequately the cell operation in Hall-Heroult process. Start with the type of electrolyte used and another essential component for electrolytic cell. Gives one environmental issues consideration in aluminum production through this process.

Proses Hall-Heroult adalah berdasarkan kepada penguraian elektrolitik alumina yang larut dalam cecair 'bath' cryolite. Dengan bantuan lakaran, terangkan secukupnya operasi sel dalam proses Hall-Heroult. Mulakan dengan jenis elektrolit yang digunakan dan mana-mana lagi komponen penting untuk sel elektrolisis. Berikan satu pertimbangan isu alam sekitar dalam pengeluaran aluminium melalui menggunakan proses ini.

(40 marks/markah)

6. [a] Emission has become an important issue in pyrometallurgy including roasting process and there are some methods to overcome and reduce the emission in roasting. How actually we can control the emission of the roasting unit operations?

Pelepasan telah menjadi satu isu penting dalam pirometalurgi termasuk proses pemanggangan dan terdapat beberapa kaedah untuk mengatasi dan mengurangkan pelepasan dalam pemanggangan. Bagaimana sebenarnya kita boleh mengawal pelepasan operasi unit pemanggangan?

(50 marks/markah)

- [b] What percentage of iron in a concentrate of composition CuFeS_2 (34%), FeS_2 (30%) and SiO_2 (36%) is to be removed to make 40% matte? If the ore concentrate is fused down and only excess sulfur is eliminated, what would be the composition of the resulting matte?

Berapa peratus daripada besi dalam pati komposisi CuFeS_2 (34%), FeS_2 (30%) dan SiO_2 (36%) adalah untuk dihilangkan untuk menjadikan 40% matte? Jika pekat bijih itu bersatu ke bawah dan hanya lebihan sulfur dihapuskan, apa yang akan menjadi komposisi matte yang terhasil?

(50 marks/markah)

7. [a] Discuss the electrochemical principle involved in the electro refining of metal using molten salts. Illustrate your answer with reference to the refining of titanium. With the aid of figure list the essential component of the process.

Bincangkan prinsip elektrokimia yang terlibat dalam elektro penulenan logam menggunakan garam lebur. Jelaskan jawapan anda dengan merujuk kepada penulenan titanium. Dengan bantuan rajah senaraikan komponen yang penting dalam proses tersebut.

(40 marks/markah)

- [b] Metal refining process generally contain of fire refining, electrolytic refining and chemical method refining. The following is a case study of nickel electrowinning that you should try to solve. "Our company is dealing with waste management and wants to recover Ni from waste Ni solution (30 g/L). The other metal content is very low, but it has organic contamination. When current density of 1.5 A/dm^2 was applied, we find Ni comes out with Ni(OH)_2 sludge and cracking, peeling of deposit. Why does this occur? Another problem is the anode. We use Ti anode and the resistance is very high. Only 100 A achieved at applied 10 V (we expect 5 V and 1000 A). So we change to stainless steel 316 (10 V and 600 A were achieved). Why this happen?"

...10/-

Proses penapisan logam umumnya mengandungi penapisan api, penapisan elektrolitik dan kaedah penapisan kimia. Berikut ini adalah satu kajian kes elektrolean nikel yang anda perlu cuba untuk menyelesaikan. "Syarikat kami berurusan dengan pengurusan sisa dan mahu mendapatkan semula Ni dari sisa Ni (30 g/L). Kandungan logam lain adalah sangat rendah, tetapi ia mempunyai pencemaran organik. Apabila ketumpatan arus sebanyak 1.5 A/dm² telah digunakan, kita dapati Ni keluar dengan Ni(OH)₂ enapcemar dan retak, mengelupas dari deposit. Mengapa hal ini berlaku? Satu lagi masalah ialah anod. Kami menggunakan Ti anod dan rintangan yang sangat tinggi. Hanya 100 A yang dicapai pada 10 V (kami menjangkakan 5 V dan 1000 A). Oleh kerana itu, kami menukar kepada keluli tahan karat 316 (10 V dan 600 A telah dicapai). Kenapa ini berlaku?"

(60 marks/markah)

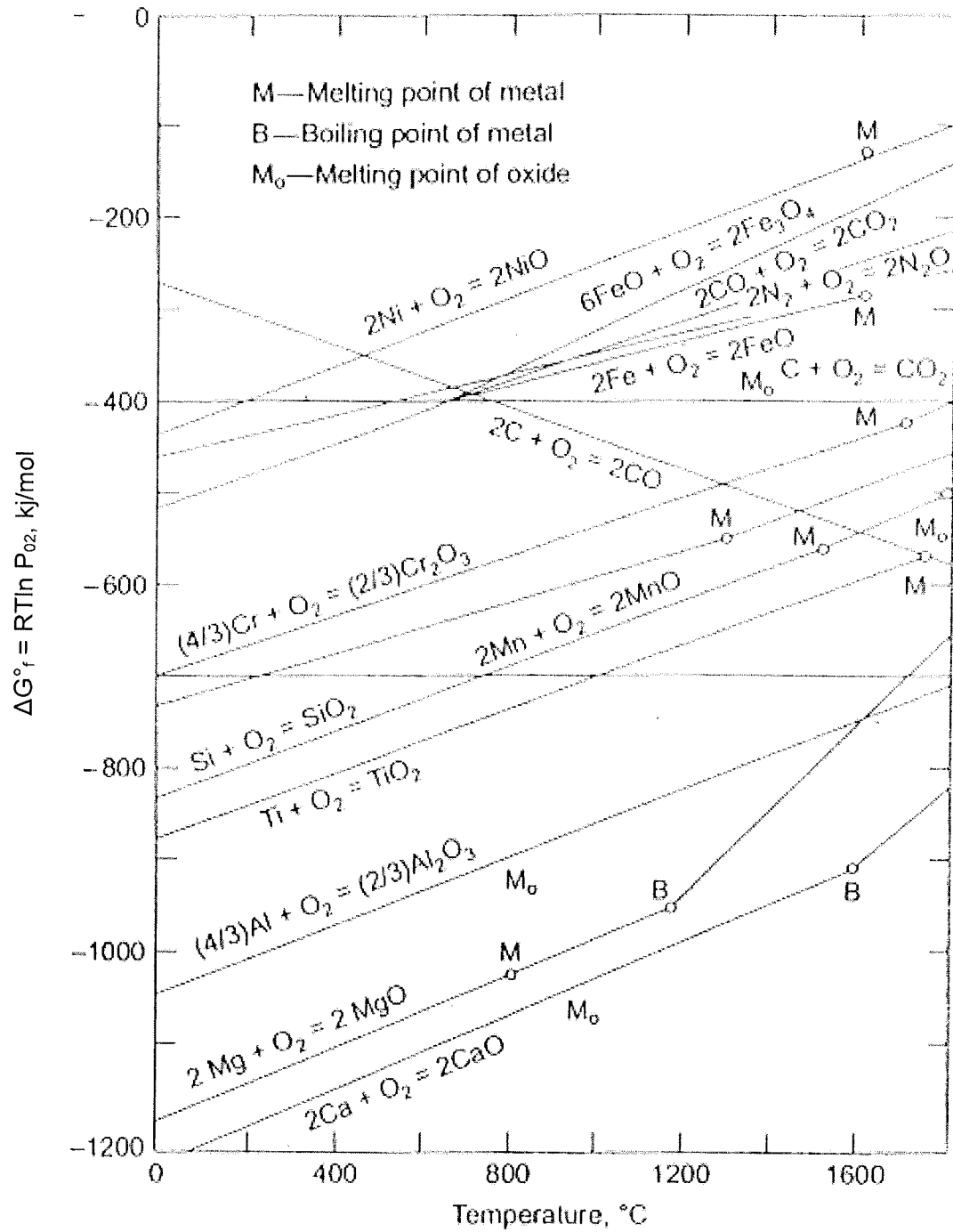
APPENDIX**LAMPIRAN**

Figure 1 - Standard free energy of formation of some oxides as function of temperature